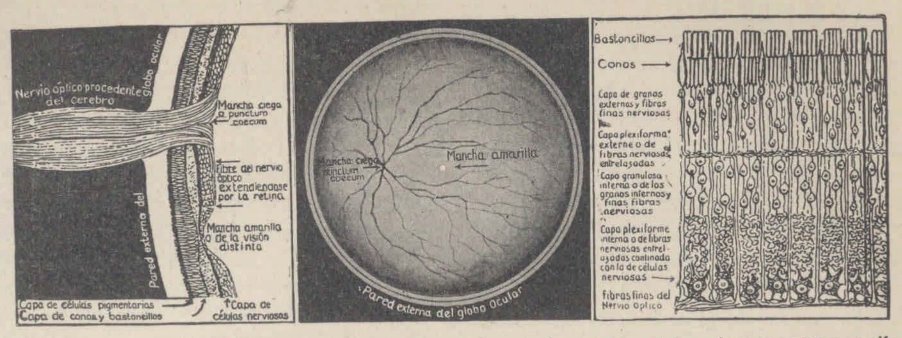


En la primera figura vemos una sección del globo del ojo, practicada entre el *punctum coecum* o papila óptica y el nervio óptico. La figura central representa el interior del globo ocular con las fibras nerviosas irradiando del nervio óptico en el *punctum coecum*. En la figura de la derecha se ve una porción de la retina a gran aumento, mostrándose en ella las distintas capas y los bastones y conos.

LA LUZ EN NUESTROS OJOS

HEMOS hablado ya del cristalino del ojo; ahora debemos trazar el camino seguido por la luz después de haberlo atravesado, y decir lo que ocurre. Como se ve en los grabados, queda aún la mayor parte del globo del ojo por la cual ha de pasar la luz, sea ese globo largo o corto. Esta porción del ojo está enteramente llena de una especie de gelatina, formada por gran número de delgadas capas. Su nombre, humor vítreo, claramente indica que es como un pedazo de cristal; en cambio la substancia que llena el espacio comprendido entre la córnea y el iris, el humor acuoso, tiene todo el aspecto del agua.

En la parte posterior de este espacio, ocupado por el humor vítreo, se encuentra la retina, la membrana o cortina sensible, donde se hallan las importantísimas células nerviosas. Antes de proceder a su estudio, hemos de ver lo que ocurre a la luz a su paso por los cuatro diferentes medios; la córnea, el humor acuoso, el cristalino y el humor vítreo, que, como hemos dicho, se encuentra detrás del cristalino.

En primer lugar, debemos decir que, en estado de salud, todos estos medios son prácticamente transparentes, aunque no lo son por entero, pues sabemos que reflejan cierta cantidad de luz, puesto que si miramos a los ojos de una persona podemos ver una imagen formada por reflexión en la superficie de los mismos, lo que demuestra que no penetra en ellos toda la luz que reciben. Más importante que esta ligera pérdida de luz, es el hecho de que existan, como algunas veces advertimos, manchas o lunares en nuestro campo visual, y decimos que tenemos manchas delante de los ojos. Tales manchas son de dos clases: las que son permanentes y se encuentran siempre en el mismo lugar, y las que se ven durante algún tiempo y desaparecen. Las manchas permanentes son debidas a ciertos defectos de la córnea o del cristalino.

La córnea ha debido sufrir alguna pequeña lesión, o la lente alguna pertubación por una u otra causa; y en el transcurso del restablecimiento se ha formado lo que se llama tejido cicatrizado. No hay medio alguno de hacer desaparecer las manchas; pero, afortunadamente, la persona que las tiene consigue no darse cuenta de ellas.

Las manchas de la otra clase, que ante los ojos aparecen, son pasajeras. Por regla general las percibimos tan sólo cuando no nos sentimos muy bien. Lo más corriente es verlas por la mañana, por personas que se han acostado muy tarde, especialmente si han comido o bebido con exceso. Con el tiempo y una vida higiénica y los medicamentos oportunos para purificar la sangre, tales manchas desaparecen. La causa de

ellas es en extremo interesante. Lo que las produce reside en el espacio interior del ojo; y es quizás una especie de pliegues del humor vítreo, acaso la presencia de algunos glóbulos blancos de la sangre, que por allí circulan con algún fin especial, de los que les son propios, e interceptan el paso de la luz, proyectándose como se proyecta la cabeza de un individuo por delante de una linterna mágica, ocasionando una sombra.

EL OJO SANO NO ADVIERTE CIERTAS COSAS PEQUEÑAS QUE LE IRRITAN

El ojo sano no percibe tales cosas; es sensible, pero no lo es en exceso. Sin embargo, cuando alguna parte del cuerpo, y de un modo especial la vista y el oído, no están enteramente bien, o cuando el cuerpo, considerado en conjunto, se halla algún tanto desazonado, entonces estas partes sensibles aumentan en sensibilidad, esto es, se hacen irritables, y a este estado se le llama la irritabilidad de la debilidad. El hecho es cierto no tan sólo para un ojo o un oído débiles o un cuerpo enfermizo, sino para una mente débil, y un discernimiento y una sensibilidad sin vigor. Si semejante situación continúa, los resultados pueden ser funestos.

El ojo sano debe ignorar pequeñeces sin importancia que en su interior ocurren, y debe resistir una cantidad de luz algún tanto considerable sin sentirse por ello molestado. Asimismo el oído sano debe ignorar ligeras perturbaciones ocurridas en el interior de sus órganos, debidas a la circulación de la sangre o a los movimientos de huesos y músculos del oído medio etc., y por tales causas no debe percibir sonido alguno.

Pero el ojo y el oído que han sufrido un exceso de fatiga y se han debilitado, resultan perturbados por la percepción de manchas o sonidos; y el caso puede ser mucho peor, porque en la vista pueden tener lugar horribles pesadillas, en las que aparecen terroríficas visiones, o bien, si es el oído el que ha sufrido el exceso de trabajo, durante las pesadillas que sobrevienen se oyen también horribles sonidos.

POR QUÉ SE OYEN Y SE VEN A VECES COSAS QUE NO EXISTEN EN LA REALIDAD

A veces las cosas van de mal en peor y empiezan a verse y oirse fuera de los sueños, en estado de vigilia, cosas que no existen. Todos debieran saber algo acerca de esta materia, porque éste, como la mayor parte de los males de este mundo, es de remedio, hasta cierto punto fácil, en sus comienzos; pero muy difícil de curar en cuanto ha adquirido cierto arraigo. Hemos de tener presente que en los humanos la vista y el oído han alcanzado notable desarrollo, son los más importantes y los más usados y, por consiguiente, los más delicados de todos los órganos de los sentidos. Así pues, debemos prestar grande atención en cuanto empieza a perturbarse su funcionamiento. Esta perturbación no es culpa, por regla general, de tales órganos, sino de nosotros mismos. Un poco de cuidado, sentido común y reposo bastan al principio para restablecer la normalidad.

Ahora bien, habiendo visto los medios que ha de atravesar la luz a su paso hasta la retina, hemos de examinar ahora la diferente acción de cada uno de estos diversos materiales sobre el agente que los atraviesa. Los diagramas representados en otra página muestran lo que ocurre a la luz, y una simple mirada a los mismos basta para comprender, desde luego, la gran semejanza existente entre el ojo humano y los diversos instrumentos ópticos con lentes que los hombres construyen para su uso.

Si consideramos la marcha de la luz en el ojo normal, en el miope y en el de larga vista, comprenderemos cómo las lentes modifican la refracción de la luz, al pasar ésta por los cuatro materiales que encuentra desde el exterior hasta la retina.

CÓMO SE DESVÍAN LOS RAYOS DE LUZ EN EL INTERIOR DEL OJO

Recordemos la sencilla ley de que un rayo de luz que atraviesa una lente, sufre una desviación hacia la parte más gruesa de la referida lente, cualquiera que ésta sea. Y esta ley se cumple tanto si la lente está dentro del ojo, y ha sido

hecha por el cuerpo, como si es una lente de cristal, colocada directamente en frente del ojo.

Si miramos el grabado, veremos al instante qué clase de lente necesita un miope y qué otra clase un présbita, y también la clase de lentes que necesitaría una persona, cuyos cristalinos hubiesen sido extirpados a causa de unas cataratas.

La manera de comprender en realidad este asunto—y lo mismo pudiera decirse de otros muchos—no es solamente leer libros ni mirar grabados. Es necesario conducirse con mayor actividad. Debemos explicar la cosa oralmente a otra persona, o bien, escribir nosotros mismos una explicación de los hechos, y en ambos casos debemos asimismo dibujar diagramas en el transcurso de nuestras explicaciones.

De esta manera podemos darnos fácilmente cuenta de las partes de la cuestión que en realidad comprendemos, y las que no hemos comprendido, y así llegamos muchas veces, si nos lo proponemos, a tener opiniones propias. Hacer esto una vez es mejor que leer la explicación muchas veces. Así pues, cuando hayamos leído esta parte de la cuestión, tomaremos un pedazo de papel y un lápiz y dibujaremos diferentes clases de ojos, señalando en cada caso el paso de la luz; después añadiremos las diferentes clases de lentes, y observaremos cómo modificarán los hechos, y, finalmente, pintando otros ojos, señalaremos lo que sucedería, si los cristales que hubiésemos colocado para corregir los errores de refracción fuesen demasiado fuertes, tanto en un sentido como en otro. Cuando hayamos hecho todo esto, podemos decir que hemos estudiado el asunto a conciencia.

Todo lo que hemos expuesto hasta aquí acerca del ojo, desde las pestañas en adelante, tiene por exclusivo objeto servir a la retina, que es una de las mayores maravillas de todo el cuerpo. Vamos a considerarla como una parte del ojo; pero, si queremos entenderla bien, hemos de considerarla a la vez como parte del cerebro. Recordemos que del cerebro deriva, y que cuando la examinamos, vemos que su estructura es inmensamente complicada y que sencillamente está constituída por fibras y células nerviosas.

UNA PARTE DEL OJO QUE ES EN REALIDAD UNA PARTE DEL CEREBRO

Existe también en ella, como en toda otra parte del cuerpo, determinada porción de tejido de sostén, cuya función es, como puede suponerse, servir de apoyo a los otros tejidos. Ahora bien, es de gran interés ver como esta porción particular del tejido de la retina está formada por una clase especial de células que existen dentro del cerebro mismo formando en él también el tejido de sostén.

Este hecho solo sería una prueba concluyente de lo que sabemos por otras muchas razones, es decir, que la retina de los ojos de los vertebrados es una prolongación del cerebro.

Las diferentes partes de la retina suelen describirse como agrupadas en diez capas; pero no necesitamos estudiarlas todas. Algunas de ellas están constituídas por células, otras por fibras nerviosas. La que debemos considerar de un modo especial es la capa novena a partir de la superficie anterior de la retina, porque en ella están las células de importancia esencial para la visión. A primera vista podría creerse que tales células se hallan en la porción más superficial de la retina, inmediatamente por debajo del humor vítreo; pero, en realidad, no es así, y la luz tiene que atravesar nada menos que ocho capas de diferente estructura, antes de llegar a la capa de las verdaderas células de la visión.

Debemos tener presente que estas capas son muy finas y delicadas, visibles tan sólo con un microscopio de gran potencia. Así pues, lo que ocurre no es tan imposible como puede parecer, y lo sería, en efecto, si tales capas fuesen gruesas e interceptaran los rayos luminosos; pero no lo hacen ni siquiera los modifican de una manera sensible.

CÓMO UNA PARTE DEL CEREBRO SE DESARROLLA Y FORMA LA RETINA

El interior del cerebro es hueco y está

revestido de células. La parte cerebral del ojo está constituída por una formación hueca del cerebro que ha crecido y se ha desarrollado para formar la retina. Las células visuales no están en la parte anterior de la retina, sino detrás de ella y son, en realidad, las mismas células que revisten las cavidades cerebrales; y cuando el cerebro emite los pequeños bulbos que han de formar los ojos, las referidas células revisten el interior de estos bulbos huecos.

Las células visuales son de dos clases, que por su respectiva forma se llaman bastones y conos. En conjunto forman una empalizada regular de células contra las cuales choca la luz, y si los materiales refringentes, situados en la parte anterior del ojo, están bien dispuestos; la luz forma su foco precisamente en la retina. En el ojo hay más bastoncitos que conos; sin embargo, es indudable que éstos son más importantes, como luego veremos.

En toda retina hay dos puntos que difieren del resto de ella; uno es el lugar en que el nervio óptico se expansiona, por decirlo así, para formar la retina. En dicho punto no hay bastones ni conos y por eso es ciego. La luz que llega a él no se ve.

EL PUNTO DEL OJO QUE ES CIEGO Y EL PUNTO QUE VE MEJOR

Inmediatamente al lado de este punto ciego hay otro que se llama la mancha lútea, o mancha amarilla, y así como el primero es ciego, el otro es la parte de la retina, donde mejor se realiza la visión. Esta parte está formada exclusivamente de conos, y por eso hemos dicho que los conos son más importantes que los bastoncitos. Este punto ha recibido el nombre de mancha amarilla, porque en él hay cierta cantidad de material amarillo que impregna el tejido de sostén existente entre las células. No se sabe aún la rázon de su existencia.

Estudiando detenidamente la mancha amarilla, vemos que todo está dispuesto allí para que la visión se verifique en buenas condiciones. Las ocho capas situadas en frente de los conos—hemos visto que estaban situadas por delante de las células visuales en toda la extensión de la retina—están reducidas a su menor espesor en este punto especial. Algunas de ellas, prácticamente, no se encuentran. Además, no hay vasos sanguíneos de importancia que pudieran de algún modo interceptar el paso de la luz, sino únicamente capilares de extraordinaria finura.

La mejor visión se efectúa por medio de esta mancha. Cuando deseamos ver un objeto con precisión, movemos los ojos hasta que la luz que de tal objeto procede cae en la mancha amarilla, y la función principal de los músculos motores de los globos del ojo, es moverlos de tal manera que la luz procedente del objeto que deseamos ver con claridad, caiga en las dos manchas amarillas de cada ojo.

LOS MARAVILLOSOS CONOS QUE NOS PERMITEN DISTINGUIR LOS COLORES

Muy recientemente se han hecho interesantes trabajos en el estudio de la retina, especialmente de la mancha amarilla, en diferentes animales. Sin embargo, todavía no se ha hecho lo bastante, para poder entrar en mayores detalles acerca del asunto; pero parece seguro que los conos son más admirables que los bastones y tienen mayor número de funciones.

Los conos aparecen con posterioridad a los bastones en la serie de los vertebrados, y parece ser que la reunión de conos solamente en un lugar determinado, con exclusión de los bastones, formando una mancha amarilla, ocurre tan sólo en los vertebrados superiores, esto es, en las aves y los mamíferos. Hay también razones para creer que en toda la retina, pero especialmente en las proximidades de la mancha amarilla, ha habido una evolución gradual en la cuestión de la percepción de los colores, debida únicamente a estos maravillosos conos.

Parece que se ha demostrado que si dos cosas han de ser vistas como dos, la luz que emitan debe caer sobre dos conos de la retina. Si las dos cosas son muy pequeñas o están muy lejos y demasiado juntas, de modo que la luz de ellas cae sobre el mismo cono de la

retina, se ven como una sola. Tal sucede con las estrellas dobles, tan frecuentes en el firmamento, que a cada nuevo perfeccionamiento introducido en el telescopio se ve que muchas estrellas que creíamos simples, son en realidad dobles.

POR QUÉ VEMOS MEJOR DONDE LOS CONOS DEL OJO ESTÁN ACUMULADOS

A simple vista la luz de las dos estrellas cae sobre un solo cono, y así, para nosotros es una sola estrella. Cada vez que un astrónomo resuelve una estrella, como se dice, en dos, lo que sucede es que el telescopio ha extendido la luz de un modo suficiente para que alcance dos conos de la retina. Evidentemente, la finura de la visión depende de la proximidad de los conos entre sí, de lo que resulta que es para nosotros gran ventaja ver con aquella porción de la retina en la que los conos están estrechamente acumulados, sin que existan bastones ni nada que los separe. Tal es lo que hace la mancha amarilla en los animales superiores que la presentan.

El detenido estudio de estos hechos ha evidenciado que cada cono retiniano presenta una vía especial en el nervio óptico y que está conexionado, por lo menos, con una célula especial, quizas miles de ellas, en el área visual del cerebro. Suele decirse « la región de la mancha amarilla », porque alrededor de la referida mancha, donde no hay otra cosa que conos, existe un área retiniana, donde los conos están en una relación predominante; pero hacia los bordes de la membrana apenas se observa alguno que otro, y dicha región está constituída prácticamente por bastones.

LOS BASTONCITOS DEL OJO QUE NOS PERMITEN VER CON POCA LUZ

Se ha desmostrado últimamente que los bastones nos permiten distinguir con poca luz lo que los conos no pueden percibir. La ordinaria luz del día es tan intensa, que los bastoncitos se fatigan con ella y quedan inútiles; por consiguiente, con tal luz vemos tan sólo por los conos. Pero la cosa varía, cuando los bastones han permanecido protegidos por algún tiempo contra un exceso de luz. Cuando esto sucede, han tenido ocasión de rehacer los materiales químicos que les son necesarios para el desempeño de sus funciones y pueden obrar entonces.

Veamos lo que sucede: Cuando entramos en una habitación obscura o cuando salimos de un lugar muy alumbrado en una noche sin luna, pero estrellada, todos sabemos que al principio no vemos nada, y solamente al cabo de un rato empezamos a distinguir. Hasta tiempos muy recientes se ha creído que este hecho se debía tan sólo a que la pupila tenía que dilatarse en la luz débil, a fin de que pudiera entrar en el ojo mayor cantidad de rayos. Esto es cierto, pero ahora sabemos que es tan sólo una parte de la verdad.

POR QUÉ NO VEMOS CUANDO REPENTINAMENTE SALIMOS DE UN LUGAR INTENSAMENTE ILUMINADO

La principal razón de no ver en tales ocasiones, durante los primeros momentos, es que los bastoncitos de la retina están agotados por la brillante luz a que han sido expuestos; pero al cabo de algunos minutos, los bastoncitos recobran su poder, porque la sangre continúa circulando con rapidez por la retina, llevando en abundancia el material que los bastoncillos necesitan para formar las substancias sobre las que la luz obra cuando vemos. Así, pasado algún tiempo, vemos de nuevo; pero no vemos colores. Los bastoncillos no pueden distinguir un color de otro; y, si ven, sólo advierten una especie de gris azulado.

Ahora bien, supongamos que salimos de casa en una noche estrellada y que vemos una estrella no muy brillante. Mientras no la miremos fijamente, continuaremos viéndola, pero tan pronto como la miremos fijamente para verla mejor, desaparece. Antes de pasar adelante, tratemos de investigar por nosotros mismos la razón de este hecho.

La razón es que, como ya sabemos, cuando miramos fijamente alguna cosa ponemos nuestros ojos de modo que la imagen del objeto caiga sobre la mancha amarilla; pero en ella no hay bastoncillos, sino conos, y como éstos no perci-

ben la luz muy débil, la estrella desaparece.

LAS DIFERENTES MANERAS EN QUE LOS BASTONCILLOS VEN LA LUZ

Aun se han llevado a cabo más descubrimientos en estos últimos tres o cuatro años acerca de los bastones y conos. Cualquiera que sea la luz que llegue a los primeros, no percibirán sino el color de que hemos dado cuenta, si es que color puede ser llamado. Este hecho es causa de un resultado muy interesante, si descomponemos la luz solar por medio de un prisma. Ordinariamente se obtiene así una hermosa banda de colores, si el rayo descompuesto es intenso y brillante, siendo los conos los que nos permiten percibirlo. Pero, si el espectro obtenido es muy débil, los conos son ciegos para él, y sólo por los bastoncillos podemos verlos. Su aspecto varía entonces, porque no está ya en funciones nuestra facultad de ver los colores, y lo que percibimos es una banda de una débil luz gris, algún tanto acortada en el extremo rojo, esto es, en el sitio en que el color rojo era visible cuando el referido espectro era más brillante y los conos podían ver el color. La razón de que la banda aparezca cercenada es que los rayos rojos del espectro no afectan poco ni mucho a los bastones de la retina, al paso que todos los restantes rayos del espectro producen la débil luz gris de la que hemos hablado ya.

Estos descubrimientos nos muestran la importancia extraordinaria de los conos y el gran adelanto que se realizó en la historia de la visión el día en que por primera vez aparecieron y, sobre todo, cuando se agruparon para formar la mancha amarilla. Hemos dicho ya que los bastones y conos constituyen la novena capa de la retina; pero más profunda es aún la décima y última, formada por células llenas de una materia de color pardo obscuro.

CÓMO LAS CÉLULAS PIGMENTARIAS DAN PODER A LOS BASTONES Y CONOS

Estas células pigmentarias, como así se llaman, parecen ser muy importantes y útiles. En efecto, observamos que bajo de la influencia de la luz, el pigmento se acumula en la capa novena, formando como una especie de vaina obscura alrededor de cada bastón y de cada cono. Esto tiene gran importancia, pues permite que cada célula visual obre sin confundir su acción con la de las otras.

Además, el pigmento de las células pigmentarias constituye una gran reserva de material, que las mismas células de la visión pueden aprovechar, pues el poder visual disminuye rápidamente, a no ser que las células visuales, esto es, los conos y bastones, estén convenientemente provistos de los materiales que necesitan, y a menos que dicha provisión se mantenga de una manera regular y constante.

En otra parte de este libro hemos dicho ya que podemos cegar el ojo con sólo comprimir el globo durante dos o tres segundos, porque de esta manera retardamos el flujo de sangre, esto es, el flujo de nuevos materiales nutritivos a la retina. La materia colorante del interior de las células visuales se blanquea por la acción de la luz, y cuando las células son blancas, no pueden ya ver; de modo que la nueva provisión debe de ser constantemente mantenida. Si conociéramos algo más acerca de las ocho capas restantes de la retina, con seguridad veríamos que son tan interesantes e importantes como las más profundas, de las que acabamos de decir algo. Sin embargo, nuestros conocimientos sobre la materia han de ampliarse aún.

UNA LEY RELATIVA AL OJO, QUE SE CUMPLE EN TODOS NUESTROS SENTIDOS

Es una ley de la acción de la retina, y se cumple también en los restantes sentidos, y es que lo que sentimos no está en sencilla relación con la intensidad de lo que nos excita. Podría suponerse, si no supiéramos que ocurre lo contrario, que al aumentar la intensidad de la luz, resultaría proporcionalmente aumentada la intensidad de la percepción; auméntese la referida intensidad otra vez y otra y otra, y se obtendrá siempre el resultado correspondiente.

Sin embargo, no ocurre así, como

todos sabemos, cuando pensamos en ello. Añadamos una bujía a otra bujía, y notaremos la diferencia; pero añadamos una a diez, y la diferencia será ya casi del todo imperceptible; añadamos una voz a cuatro voces y la diferencia será clara; pero añadámosla a cuarenta voces, y nadie podrá decir que haya habido modificación. En otros términos, cuanto mayor es la intensidad del agente que nos excita un sentido, mayor es la relación en que debemos aumentar dicha intensidad, para que pueda notarse la diferencia.

Si fuese esta la ocasión oportuna para demostrarlo, veríamos que esta ley se cumple en todas las ocasiones de nuestra vida, y que cada día es más importante. Por ella se comprende que cuanto más elevado es el tono de nuestra oratoria o de nuestros escritos, o el de los periódicos que leemos, más difícil es aumentar la intensidad de la impresión que deseamos que causen. El hombre que habla constantemente en alta voz o a gritos, debe de gritar mucho más, si desea llamarnos la atención; pero la persona que suele hablar en voz baja y sosegadamente, necesita levantarla tan sólo algún tanto para que al punto le prestemos atención.

¿DEJAMOS DE VER EN CUANTO LA LUZ DESAPARECE?

Esta ley se cumple en todas nuestras sensaciones y sentimientos, y también es cierta probablemente en toda clase de materia viviente, y su descubrimiento fué uno de los más importantes del siglo XIX. Lo mencionamos aquí, porque puede estudiarse bellamente en el caso de la retina; y todo el mundo reconocerá que es muy interesante ver que lo que ocurre en la retina se cumple también en toda materia viviente. La cuestión del tiempo es muy importante en la acción de la retina. ¿Vemos directamente la luz que hasta nosotros llega? ¿Dejamos de ver en cuanto la luz cesa? *No*, hemos de responder a ambas preguntas, como ocurre en todos los casos de sensación.

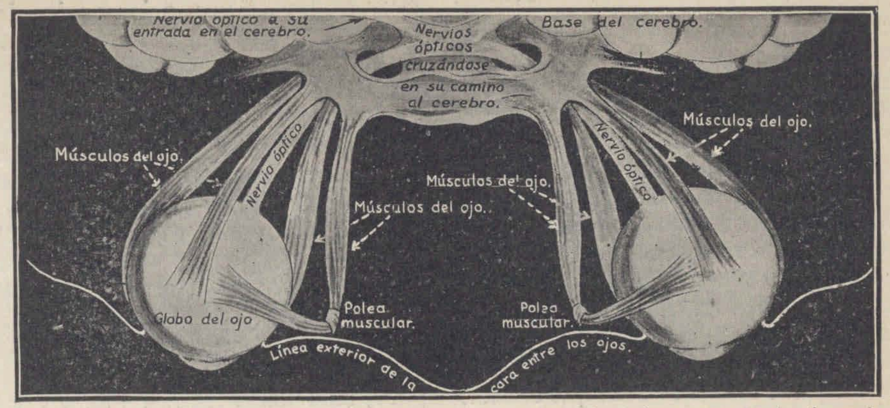
La luz necesita obrar algún tiempo antes de que veamos. Durante este tiempo no cabe duda que la luz descompone las substancias químicas, que para este objeto están acumuladas en las células visuales, y los cambios que su descomposición produce son los que excitan las fibras del nervio óptico y envían al cerebro el correspondiente mensaje.

Es muy probable que las diversas personas necesiten un espacio de tiempo muy diferente entre el instante en que llega la luz y el que empezamos a darnos cuenta de su presencia. Lo mismo ocurre en otros casos, y no tan sólo en los referentes a sensaciones, porque vemos que existe siempre determinado período, quizá una centésima de segundo, entre el instante en que un nervio dice a un músculo « contráete » y el instante en que el músculo obedece. En este caso también es de creer que ocurren cambios químicos en la célula o fibra muscular, los cuales necesitan algún tiempo.

CÓMO LOS CONOS VEN LA LUZ ANTES QUE LOS BASTONCILLOS

Muy recientemente se ha demostrado también que las diferentes partes de la retina eran distintas en lo tocante a esto. Los conos son, por todos conceptos, superiores a los bastones, aun teniendo en cuenta que son menos sensibles a una luz débil, y la luz los impresiona con más rapidez que a los bastoncillos y que por cuidadosos experimentos es posible probar que primero vemos por los conos solamente y después por los bastoncillos también. Esto es causa de una diferencia en lo que vemos, porque cuando los bastones entran en acción contribuyen a dar un tono gris uniforme a los objetos visibles, mientras un instante antes, cuando vemos con los conos únicamente, percibimos, como es natural, los colores.

Por último, vemos que la retina continúa viendo durante un instante después que la luz ha cesado de obrar. La duración de esta sensación posterior es variable; si la luz es moderada, su duración media puede ser un cuarentavo de segundo; sin embargo, algunas veces es algo mayor.



Este dibujo nos ayuda a comprender cómo arrancan los ojos del cerebro, proyectando el nervio óptico hasta que se expansiona dentro del hueco del globo del ojo. También están indicados los músculos que mueven los ojos.

CÓMO VEMOS LOS COLORES

EL hecho más maravilloso que el ojo ejecuta es, en cierto modo, la distinción de los colores, y este asunto de la visión del color, es también muy importante desde el punto de vista práctico, porque en muchos casos se requiere distinguir un color de otro, y a veces la vida de muchos hombres puede depender de la seguridad con que esta distinción se realice.

Sabemos que la luz es un movimiento ondulatorio del éter. La mejor manera de comprender la luz sería suponer que hay movimientos ondulatorios que cuando caen en el ojo, originan esa sensación particular que llamamos luz, porque fuera de los ojos que ven, toda la naturaleza está en tinieblas. Ni el ojo ni el éter pueden hacer la luz por sí solos; se requiere el concurso de los dos.

Podemos contar el número de vibraciones del éter que impresionan el ojo en un segundo de tiempo. El número más pequeño, con el cual podemos ver, es, en números redondos, de unos cuatrocientos billones. Cuando vemos estas vibraciones, sentimos la impresión del rojo. El número más alto de vibraciones que impresionan el ojo, es el de ochocientos billones, y cuando las recibimos en la retina, se nos presenta el color violeta.

Ahora bien, en la música, una nota que es una octava más alta que otra, ejecuta exactamente doble número de vibraciones por segundo; por consiguiente, podemos decir que el total de vibraciones que podemos ver, corresponde a una octava, puesto que el número de vibraciones del violeta es próximamente el doble de las que corresponden al rojo. Debemos recordar ahora que así como hay sonidos más altos y más bajos que las once octavas, poco más o menos, que podemos oir, también hay vibraciones del éter en mayor y menor número que las correspondientes a la octava que podemos ver.

Sabemos que nuestra distinción de los colores depende de los conos de la retina, y nos inclinamos a creer que en aquellos ojos en los que no haya más que bastoncitos o palos, llamados de Jacob, no podrán distinguirse los colores, como los distinguimos nosotros, y empezamos a comprender la inmensa ventaja de tener un lugar en nuestros ojos, que es el más sensible de todos, y que contiene solamente conos.

De todo esto se sigue que no vemos los colores de los objetos cuya luz cae sobre las partes más lejanas de la retina, en las que no hay conos. También nuestros ojos varían en sensibilidad en partes diferentes de la gama de colores. En los extremos actuales, como el rojo

y el azul, no notamos ligeras diferencias de color con tanto rigor como lo hacemos entre los extremos, como en el amarillo y el verde.

Los colores varían de varias maneras. Por ejemplo, en brillantez, como todos sabemos. El brillo de un color depende sencillamente de la extensión con que excita el cerebro. No podemos decir por qué un color afecta al cerebro más que otro, pero es así.

En segundo lugar, vemos que los colores varían en sus matices; y esto depende del número de vibraciones por segundo de las ondas etéreas que causan el color.

Además, los colores varían mucho en lo que se llama pureza o esplendor. Los mejores tipos de ojos son muy perspicaces para apreciar esta cualidad de los colores. Un color puro es el que depende de la luz de un tipo de vibración. La pureza de un color se destruye cuando está mezclado con otros colores, o con luz blanca, que en realidad es lo mismo, porque la luz blanca contiene todos los colores.

LAS MIRÍADAS DE COLORES QUE NO PODEMOS VER

Fuera de cuanto concierne a los ojos, la cuestión del color es sencilla, porque es exactamente la misma que la del tono de los sonidos. Diez vibraciones por segundo dan un sonido, once vibraciones dan otro, doce otro, y así sucesivamente, o puede haber doce vibraciones y media, y esto sería un sonido de otro tono. De igual manera, entre la luz producida por ondas que vibran a razón de cuatrocientos billones por segundo, y la que originan las ondas que se agitan en número de ochocientos billones en la misma unidad de tiempo, hay realmente infinitos colores, centenares de billones de colores. Así es, en efecto; pero en cuanto se trata de verlos, el caso es muy diferente.

Si tomamos luz blanca y la hacemos pasar a través de un prisma, obtenemos una faja de colores, llamada *espectro*; cuando la miramos, recibimos la impresión, no de un cambio regular de color, de un extremo al otro, sino de muy pocos colores, a los cuales damos nombres fijos. Entre estos colores que comúnmente se consideran como si fueran siete, algunos dan la impresión de ser mezclados, y otros la de ser puros. Por ejemplo, el color que llamamos púrpura es mezclado, porque cuando nos ocurre considerarlo, vemos que lo que llamamos púrpura es realmente el resultado de ver juntos un azul y un rojo. El que llamamos anaranjado es también una mezcla, porque en él vemos el efecto de un rojo y un amarillo superpuestos. Tampoco el azul de Prusia es puro, sino una mezcla de azul y verde.

LOS TRES COLORES PUROS QUE NO ESTÁN HECHOS DE OTROS COLORES

Con estos colores contrasta el rojo carmesí. Nada puede persuadirnos de que éste es una mezcla de otros colores; es simplemente rojo. Hay también un tono de verde, que no podemos imaginar que esté formado de otros, y lo mismo ocurre con el azul ultramar. Tales son, probablemente, los tres únicos colores simples; por lo cual, el rojo, el verde y el azul se llaman colores primarios.

Casi siempre se tergiversa la significación de este nombre. Cuando llamamos primarios a esos colores, en nada nos referimos a la luz; hablamos únicamente de la manera con que el ojo los ve. La luz es un conjunto de ondas de todo orden de vibración, y cualquiera de estos órdenes es tan bueno como los demás. Pero el ojo, en lugar de estar dispuesto para verlos todos ellos, solamente tiene medios dentro de sí para ver directamente tres, que son: el rojo, el verde y el azul.

Todos los demás colores los ve por la mezcla en varias proporciones de estos tres géneros de sensación, y por eso llamamos primarios a los colores, rojo, azul y verde. Mezclados éstos de varios modos, podemos obtener la impresión de todos los géneros de color que el ojo es capaz de ver. Por ejemplo, mezclando rayos rojos y verdes en varias proporciones podemos conseguir el efecto de todos los escarlatas, anaranjados, amarillos y amarillos verdosos; con la mezcla de rayos rojos y azules se logran todos

los violetas y púrpuras; y combinando los rayos verdes y azules se consiguen los diversos matices del verde azulado.

A los tres colores primarios tenemos que añadir un cuarto: el color gris, que recibimos de los bastoncitos de la retina.

UNA FACULTAD QUE NINGÚN HOMBRE ENTIENDE, POR LA CUAL PODEMOS VER DIFERENTES COLORES

Ahora necesitamos averiguar cuáles son las cosas que hay en el ojo y que corresponden a estas varias clases de sensación de color. Esto puede contestarse claramente en cuanto se refiere al color gris, puesto que sabemos que es debido a los bastoncitos de la retina. Sabemos además que a los conos corresponden los otros tres géneros de sensación de color; pero, desgraciadamente, no podemos afirmar más que esto, lo único que podemos hacer es conjeturarlo. Por ejemplo, no vemos que haya tres clases diferentes de conos; tampoco se ha demostrado, como alguien había supuesto, que cada cono tiene tres partes diferentes, una para cada clase de color.

Y, además, nos falta la certeza de que haya tres géneros diferentes de nervios desde la retina al cerebro, según el Dr. Young supuso hace cien años. Puede ser que todos estemos equivocados en mirar a la retina para dar con la clave del por qué vemos los colores mediante esas tres sensaciones. Es posible que esa clave no se halle en la retina, sino en la materia gris de la parte del cerebro, reservada a la visión. El hecho de que un hombre puede ser ciego para los colores de un solo ojo, es más bien un argumento en contra de esta última hipótesis.

La ceguera cromática se presenta, por lo regular, en los dos ojos; pero hay casos en que se presenta en uno sólo, y esto sugiere la idea de que la visión de los colores es más cosa del ojo que del cerebro. Tal ceguera es casi siempre un estado de cosas que existe desde la cuna, y no hay cura para ella.

PERSONAS QUE NO PUEDEN VER LAS LÁMINAS EN COLORES DE ESTE LIBRO

De cada cien hombres cuatro, y de cada cien mujeres una, tienen una forma u otra de ceguera cromática. Este no es el único caso en que las particularidades se encuentran en mayor número en los hombres que en las mujeres. La ceguera cromática se transmite de padres a hijos, y últimamente hemos podido comprender las leyes a que obedece esta herencia.

Es raro encontrar hombres enteramente ciegos para los colores; pero los hay, y a éstos, el espectro solar se les presenta en sombras grises de un extremo a otro, más iluminado en la región del verde amarillento y más obscuro en cada extremo. A tales personas un cuadro en colores les hace el mismo efecto que una fotografía o un grabado. Así pues, no creemos que nuestras tres sensaciones de color dependan de la presencia de tres substancias químicas especiales; debemos suponer que en tales casos faltan enteramente tales substancias.

Es muy rara también la « ceguera del azul », en la cual falta la posibilidad de la sensación de este color. En cambio es común, y muy importante, la « ceguera del verde », en la que se supone la carencia de la substancia correspondiente a la sensación del verde. Los sujetos que padecen estas anomalías confunden el verde claro con el rojo obscuro, y una letra de color verde obscuro no la ven. Si recordamos que en todos los ferrocarriles se usa el rojo como color de peligro, y el verde permite el paso, comprenderemos cuan grave sería si un guardaagujas no distinguiese entre el verde claro y el rojo obscuro.

POR QUÉ LAS SEÑALES DE LOS FERROCARRILES SON SIEMPRE ROJO, VERDE Y BLANCO

Por último, también hay « ceguera roja », que suele llamarse daltonismo, porque la padeció Dalton. En este caso suponemos que la substancia química afectada por la luz y correspondiente a la sensación del rojo, está ausente de la retina. En estos casos la luz roja se confunde con la verde obscura, y una letra de color rojo obscuro en fondo negro no se distingue.

Ahora bien, como casi todas las per-

sonas que padecen ceguera cromática, son ciegos para el rojo o para el verde, esto ha sugerido la idea de cambiar los colores de señales, y se ha propuesto que en lugar de ser rojo, verde y blanco, se emplearan, por ejemplo, el azul y el amarillo; pero no se ha hecho, porque los únicos colores convenientes para este uso son el rojo, el verde y el blanco.

Se ha visto que un cristal rojo deja pasar el diez por ciento de la luz que hay detrás de él, y el verde más aún; pero un cristal azul tan sólo deja pasar el cuatro por ciento, y el amarillo no sirve, porque hay estados de la luz en que el amarillo no se advierte.

Así pues, es necesario probar a las personas para ver si distinguen bien las luces, y si son ciegas de algún color, se deben buscar otros empleados. Pero, aunque el asunto se ha discutido mucho, lo cierto es que al presente ni los marinos ni los empleados de ferrocarriles sufren el examen que debieran en lo que a esto concierne.

A MEJOR MANERA DE AVERIGUAR SI SOMOS CIEGOS CROMÁTICOS

Muchos métodos se han propuesto para descubrir la ceguera cromática. El mejor y más usado es el empleo de estambres de diferentes colores y consiste en invitar a la persona que se está examinando a que los coleccione. Si uno que está haciendo una madeja de verde pálido, toma del montón algunos estambres que no son verdes, demuestra que es ciego del verde, y no debe admitirse; también debe ser rechazado el que haciendo una madeja de rojo obscuro, toma un verde obscuro, porque esto es indicio de que es ciego para el rojo.

CÓMO DEBEMOS DAR DESCANSO A LOS OJOS MIRANDO COSAS LEJANAS

Mucho hemos dicho ya de las lentes y su importancia en la correción de los errores de refracción; pero ahora vamos a indicar algunos puntos que nos ayudarán a preservarnos los ojos sin tener para nada en cuenta el uso de gafas.

Cuando los músculos interiores de un ojo normal están quietos, el tamaño del cristalino y de otras partes es tal, que el ojo está dispuesto para ver objetos lejanos. Es indudable que el uso primero y principal del ojo es la visión a distancia y no de cerca. Pero el curso ordinario de nuestra vida nos obliga a usar los ojos mucho más a corta distancia, y esto significa un trabajo para los músculos de los ojos, sobre todo en las personas de larga vista, que por tal causa no pueden usar los ojos a corta distancia sin el empleo de lentes. Mas, a parte de esto, a todos nos es muy conveniente aliviar los ojos, cuando nos sea posible, fijando la vista en algún objeto distante, con lo cual damos a los músculos el debido reposo, disminuyendo el riesgo de tenerlos estirados.

La mejor luz para la visión es la del día; pero no la luz directa del sol, sino la difusa, reflejada por el cielo. Cuando usamos luz artificial, lo cual hacemos cada vez en mayor medida, es regla segura que cuanto más se parezca a la luz difusa del día, mejor será. Cuando decimos luz difusa queremos indicar que viene de una superficie muy grande (de toda la superficie del cielo). La que llamamos luz suave es siempre difusa en este concepto, y cuanto mayor sea la superficie de la cual llega la luz a nuestros ojos, más suave será ésta, como indicó Lord Rayleigh hace muchos años.

EL MEJOR MODO DE ALUMBRAR LAS CASAS Y DE EMPAPELAR LAS HABITACIONES

En los edificios modernos las luces debieran estar enteramente ocultas y ver por luz reflejada de la pared o del techo. Claro es que esto resulta dispendioso, porque se requiere más luz, pero aunque cueste más dinero, es muy saludable para los ojos.

Otra buena cualidad de la luz difusa del día es la uniformidad y fijeza, y así debe ser también la luz artificial. En este concepto el gas supera a las bujías de estearina; pero la luz eléctrica es la mejor.

Recientemente han demostrado algunos sabios franceses que las diversas calidades de luz afectan a los ojos de distintas maneras, esto aparte de la brillantez. Lo mejor es que nos pro-

curemos luces de la misma composición que la del sol.

En todas las casas debiéramos tener espacios en los que los ojos pudieran descansar. Esto quiere decir que debemos pensarlo mucho antes de empapelar las paredes con papel que tenga dibujos estampados. Y esto es aplicable especialmente a los dormitorios, porque todos estamos expuestos a caer en cama, y si las personas sanas pueden estar en una habitación con papeles de aquella clase, para los enfermos son éstos una angustia y una pesadilla.

LA MEJOR REGLA PARA LEER DE DÍA O DE NOCHE

Grandes extensiones de la naturaleza son verdes. No hay color que fatigue menos la vista, a pesar de su brillo, como el verde de las hojas frescas. Este color es bueno para los dormitorios y también para las habitaciones en que se hace la vida. El blanco cansa la vista y debe proscribirse. Es una locura leer con los ojos frente a un foco de luz, y especialmente cuando la luz no es difusa. Deberíamos leer con la luz colocada detrás de nosotros, y que pasara por encima de un hombro, el izquierdo, desde luego, cuando estamos escribiendo.

En lo tocante a los niños, debemos recordar que el mayor número de ellos son de larga vista cuando son muy jóvenes, y, por consiguiente, el esfuerzo que hacen para mirar a corta distancia es mayor en ellos que en nosotros. El hecho de que el niño sea de larga vista nos dice claramente que el empleo de sus ojos no es para mirar de cerca. Pocos y cortos esfuerzos para leer y escribir es cuanto nos es permitido exigir de estos jóvenes ojos. En general, el mejor trabajo para un niño pequeño es el juego, y su mejor juego correr al aire libre con pelotas y aros.

Cuando obligamos a los niños a leer, debemos recordar que exponemos sus ojos a ciertos riesgos. Debemos cuidar mucho del alumbrado; procurarle gafas si el niño es demasiado largo de vista; usar tipos de imprenta grandes y bien impresos, y en todos los casos, los períodos de lectura deben ser breves. Es mucho mejor emplear alguna especie de impresión que haga las letras de la forma más sencilla.

LECTOR, ¿QUÉ VES CUANDO LEES ESTA PÁGINA?

Mirando una página impresa, podemos observar que las letras que distinguimos son los únicos lugares que los ojos no ven. Lo que vemos cuando leemos no es lo negro, sino lo blanco; las letras no son realmente lo que vemos, sino boquetes en nuestra vista. Como lo blanco ocupa mayor espacio que lo negro, es evidente que los ojos se cansarían mucho menos si se invirtiera el orden de cosas y los libros se imprimiesen con letras blancas en papel negro. Si se hiciera así, el ojo descansaría en todas partes, menos donde estuviesen las letras que desea ver.

Pero leer no es la única ocupación y destino de los ojos; y hay muchos que creen que mientras empleamos tanto tiempo en la lectura, nos olvidamos de tener los ojos abiertos para otras cosas.

Día vendrá en que la educación del ojo en otras materias distintas de la lectura, sea incluída en la enseñanza de los niños. La época de esta educación, como la de todas, es la juventud, y una diferencia grande entre este género de educación del ojo y el que se refiere a la lectura y escritura es que aquélla es mucho más adecuada a los ojos jóvenes, porque no puede perjudicarles.

CÓMO EL JUEGO DE PELOTA ENSEÑA A TRABAJAR A LOS DOS OJOS JUNTOS

En primer lugar, deberíamos educar el ojo como un instrumento que ha de trabajar con el resto del cuerpo. Este es el gran valor del juego de pelota para la gente menuda; enseña a los dos ojos cómo han de trabajar juntos, cómo han de juzgar las distancias y movimientos relativos, y con la práctica crean fuertes y seguras conexiones entre las partes del cerebro que se relacionan con el ojo y las que dan órdenes a los músculos. Para todo el curso de la vida es de inmenso valor tener bien coordinados los diferentes centros del cerebro.

En segundo lugar, el ojo debe ser cuidadosamente ejercitado por medio

del dibujo y el modelado. Todos somos torpes cuando somos muy jóvenes. El buen uso de los dedos es de gran valor para mil cosas. Una gran reforma en la educación, que se impondrá muy pronto, será el mayor uso de las manos y de los dedos.

Esto requiere un ejercicio mayor de la vista, porque muchas torpezas de los dedos son realmente torpezas de los ojos mal ejercitados. Dibujar y modelar son prácticas que fatigan los ojos mucho menos que leer y escribir; y el mejor argumento en su favor es el placer con que los niños lo hacen. No sólo educan el ojo como instrumento de la voluntad, ayudándonos a hacer lo que deseamos, sino que lo educan como instrumento de la parte de nuestra naturaleza que piensa.

UN GRAN HOMBRE QUE ESTABA DURANTE DIEZ MINUTOS DELANTE DE UNA FLOR

El uso más elevado de los ojos es cabalmente el más descuidado en todos los actuales sistemas de educación: el uso de los ojos como instrumento de observación, para ver lo que son los hechos de la tierra, del mar y del cielo, a fin de que podamos meditar sobre ellos, es decir, el uso más eminente de los ojos es aquél en que sirven a la parte más elevada de nuestra mente; mas para ello el ojo necesita esmerada educación.

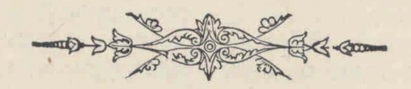
He aquí una anécdota de un grande hombre, que nos demostrará la diferencia entre los ojos que han aprendido a ver y los que no están educados para ello.

Un amigo de dicho sabio le preguntó un día al jardinero por la salud de su amo.

—¡Ay!—contestó,—mi pobre amo está mucho peor. ¡Cuántas ganas tengo de que se ocupe en algo! Está chiflado. Alguna vez lo he visto en el jardín parado, sin hacer nada, delante de una flor, más de diez minutos seguidos. Yo creo que si hiciera algo estaría mejor.

Pero lo que su amo hacía era ver en la flor grandes verdades que su ojo no había visto antes, y las cuales era incapaz de ver el jardinero, por mucho que contemplase la flor.

Esta manera de ver es la que todos deberíamos practicar.



EL ASNO SESUDO

Cierto burro pacía
En la fresca y hermosa pradería
Con tanta paz, como si aquella tierra
No fuese entonces teatro de la guerra.
Su dueño, que con miedo le guardaba,
De centinela en la ribera estaba:
Divisa al enemigo en la llanura,
Baja, y al buen borrico le conjura
Que huya precipitado.
El asno, muy sesudo y reposado,
Empieza a andar a paso perezoso.
Impaciente su dueño y temeroso
Con el marcial ruido
De bélicas trompetas al oído,
Le exhorta con fervor a la carrera.
«¡Yo correr! dijo el asno, bueno fuera:
Que llegue enhorabuena Marte fiero:
Me rindo, y él me lleva prisionero.
¿Servir aquí o allí, no es todo uno?
¿Me pondrán dos albardas? no, ninguno.
Pues nada pierdo, nada me acobarda:
Siempre seré un esclavo con albarda».
No estuvo más en sí, ni más entero
Que el buen pollino, Amiclas el barquero,
Cuando en su humilde choza le despierta
César con sus soldados a la puerta,
Para que a la Calabria los guiase.
¿Se podría encontrar quien no temblase
Entre los poderosos
De insultos militares horrorosos
De la guerra enemiga?
No hay sino la pobreza que consiga
Esta gran exención; de aquí le viene:

Nada teme perder quien nada tiene.

SAMANIEGO.